

## Desulphurisation of a storage catalyst by heating

**Patent number:** DE10005954  
**Publication date:** 2001-08-16  
**Inventor:** SCHNAIBEL EBERHARD (DE); WIEMERS OLIVER (DE); DALL MATTHIAS (DE); KUFFERATH ANDREAS (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F01N9/00  
- **european:** B01D53/94F2D; B01D53/94Y; F02D41/02C4B4; F02D41/02C4D1A; F02D41/14D1D2; F02D41/34D  
**Application number:** DE20001005954 20000209  
**Priority number(s):** DE20001005954 20000209

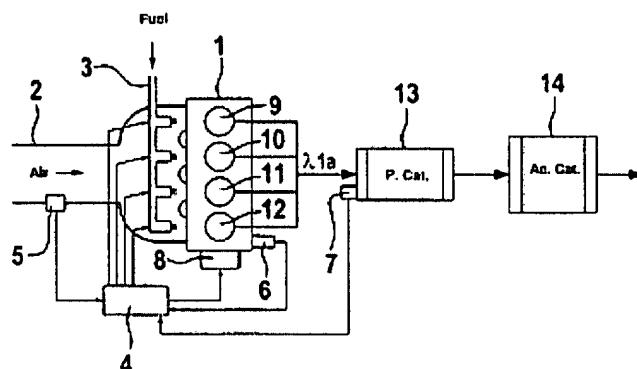
Also published as:

WO0159271 (A1)  
 US2003131588 (A1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE10005954

A method for heating a main catalyst arranged behind at least one pre-catalyst is disclosed, whereby unburnt fuel generated by the engine is introduced into the exhaust gas, before the main catalyst with the simultaneous presence of an excess of air before the main catalyst. The generation of unburnt fuel by the engine is temporally and/or spatially coupled to the generation of an excess of air in the exhaust gas by the engine.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 05 954 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 N 9/00**

**DE 100 05 954 A 1**

⑯ Aktenzeichen: 100 05 954.6  
⑯ Anmeldetag: 9. 2. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 16. 8. 2001

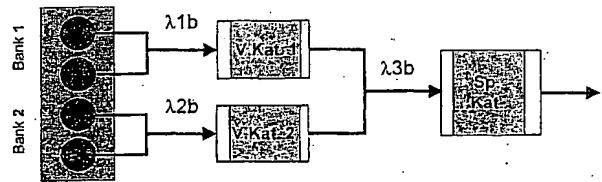
⑰ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑰ Erfinder:  
Schnaibel, Eberhard, 71282 Hemmingen, DE;  
Wiemers, Oliver, 71701 Schwieberdingen, DE; Dall,  
Matthias, 71634 Ludwigsburg, DE; Kufferath,  
Andreas, 71706 Markgröningen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Entschwefelung eines Speicherkatalysators durch Aufheizen

⑯ Vorgestellt wird ein Verfahren zur Aufheizung eines hinter wenigstens einem Vorkatalysator angeordneten Hauptkatalysator durch Zufuhr von motorisch erzeugtem unverbrannten Kraftstoff im Abgas vor dem Hauptkatalysator bei gleichzeitigem Vorhandensein von Luftüberschuß vor dem Hauptkatalysator, bei dem die motorische Erzeugung von unverbranntem Kraftstoff zeitlich und/ oder räumlich von der motorischen Erzeugung von Luftüberschuß im Abgas entkoppelt ist.



**DE 100 05 954 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

Bei Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen wird bei magerem Motorbetrieb ( $\lambda > 1$ ) zur Erfüllung gesetzlich vorgegebener Abgasgrenzwerte ein sogenannter Speicherkatalysator für die bei der Verbrennung entstehenden Stickoxide  $\text{NO}_x$  benötigt. Bei der Verbrennung entstehen weiterhin Schwefeloxide. Durch die große Affinität der aktiven Zentren, d. h. der Speicherplätze des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators gegenüber den bei der Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Schwefeloxiden ( $\text{SO}_x$ ), werden primär die aktiven Zentren durch das  $\text{SO}_x$  belegt. Diese dabei entstehenden Sulfate sind thermisch so stabil, daß sie im normalen Fahr- betrieb nicht wieder freigesetzt werden. Als Folge sinkt mit zunehmender Schwefelbeladung die Speicherfähigkeit des Katalysators für die Stickoxide. Bei einer erhöhten Temperatur im Katalysator ( $T > 600^\circ\text{C}$ ), bei gleichzeitig reduzierenden Bedingungen ( $\lambda < 1$ ) sind die Sulfate thermodynamisch nicht mehr stabil und werden als Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ) und Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) freigesetzt. Um die Speicherfähigkeit zu erhalten, bzw. wieder herzustellen, muß in bestimmten Abständen der Speicherkatalysator kurzzeitig fett bei erhöhten Temperaturen betrieben werden. Dies ist beispielsweise aus der EP 580 389 bekannt.

Zur Aufheizung auf die geforderte Temperatur zum Entschwefeln des Speicherkatalysators kann ein später Zündwinkel eingestellt werden, was über eine Verschlechterung des Wirkungsgrades des Verbrennungsmotors zu einer erhöhten Abgastemperatur führt, die zur Aufheizung des Speicherkatalysators führt. Der Aufheizeffekt kann durch das Erzeugen von brennbarem Gemisch vor dem Katalysator verstärkt werden. Bevorzugt erfolgt das Erzeugen von brennarem Gemisch durch eine Erhöhung der unverbrannten HC-Rohemissionen des Motors vor den Katalysatoren in Verbindung mit einem Sauerstoffüberschuß im Abgas. Das so vor dem Katalysator entstehende brennbare Gemisch reagiert im Katalysator exotherm und heizt diesen auf.

Moderne Abgasreinigungsanlagen weisen neben dem Speicherkatalysator weitere Katalysatoren, insbesondere einen motornah angeordneten Vorkatalysator auf.

Durch die konventionell eingesetzte Aufheizung des Speicherkatalysators kann der Vorkatalysator thermisch stark belastet werden. Dies kann zu einer frühzeitigen Deaktivierung des Katalysators führen.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin eine Aufheizung des Speicherkatalysators zu ermöglichen, die eine unzulässige Aufheizung des Vorkatalysators vermeidet.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der Kern der Erfindung liegt darin, unverbranntes Gemisch durch motorische Maßnahmen bereitzustellen und gleichzeitig dafür zu sorgen, daß dies nicht oder nur in geringem Umfang im Vorkatalysator exotherm reagieren kann.

Dies wird durch eine zeitliche oder räumliche Entkopplung der Emission von Luftüberschuß im Abgas und HC-Überschuß im Abgas erreicht.

Damit kann relativ unabhängig von den Temperaturen in den Vorkatalysatoren und dem aktuellen Lastpunkt des Motors, die benötigte Temperatur im Hauptkatalysator eingestellt werden. Die bei den konventionell eingesetzten Methoden auftretende hohe thermische Belastung des Vorkatalysators, die zu einer Deaktivierung führen kann, wird vermieden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden weiter unten beschrieben.

Fig. 1 repräsentiert den Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung und Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel.

Die 1 in der Fig. 1 stellt einen Verbrennungsmotor dar, der aus einem Ansaugrohr 2 mit Luft und aus einer Einspritzdüsenanordnung 3 mit Kraftstoff versorgt wird. Die Einspritzdüsenanordnung wird von einem Steuergerät 4 mit Einspitzimpulsbreiten angesteuert. Dabei werden die Einspitzimpulsbreiten auf der Basis erfaßter Betriebsparameter des Verbrennungsmotors berechnet. Beispiele solcher Betriebsparameter sind die Menge der angesaugten Luft, die von einem Sensor 5 erfaßt wird, die Drehzahl des Motors, die von einem Sensor 6 erfaßt wird und die Zusammensetzung des Abgases, bspw. dessen Sauerstoffgehalt, der von einem Sensor 7 erfaßt wird. Neben der Einspritzventilanordnung steuert das Steuergerät die Zündvorrichtung 8, um das Kraftstoff/Luftgemisch in den einzelnen Motorzyindern 9–12 jeweils zum richtigen Zeitpunkt zu zünden.

Die Ziffer 13 bezeichnet einen Vorkatalysator und die Ziffer 14 einen Speicherkatalysator.

Bei der dargestellten Anordnung wird das Problem der Aufheizung des Speicherkatalysators durch motorische Maßnahmen deutlich: Die Erhöhung der Abgastemperatur durch Spätzündung und die Erzeugung von brennbarem Gemisch mit einer Gemischzusammensetzung von Lambda 1a direkt hinter dem Verbrennungsmotor wirkt sich nicht nur im Speicherkatalysator aus, sondern unerwünschtermaßen bereits im Vorkatalysator.

Eine Abhilfe zeigt Fig. 2: Die Fig. 2 zeigt als wesentlichen Unterschied zu der Fig. 1 zwei getrennte Vorkatalysatoren, wobei jeweils ein Vorkatalysator einer bestimmten Zylindergruppe zugeordnet ist. Die Zuordnung wird dabei durch eine Trennung der Abgasrohre erreicht.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist hier wie auch in der folgenden Fig. 3 die Peripherie der Sensorik und der Kraftstoff- sowie Luftzuführung aus der Fig. 1 nicht dargestellt. Diese Peripherie ist aber sowohl bei dem Gegenstand der Fig. 2 als auch bei dem Gegenstand der Fig. 3 vorhanden, so diese beiden Figuren insoweit in Verbindung mit der Fig. 1 zu betrachten sind.

Die Trennung der Abgasführung verschiedener Zylindergruppen ermöglicht erfahrungsgemäß eine Zusammenführung eines mageren und eines fetten Abgasstromes vor dem Speicherkatalysator.

Dazu wird beispielsweise die Zylindergruppe, deren Abgas den Vorkatalysator 1 (V.Kat. 1) durchströmt mit fettem Gemisch ohne Luftüberschuß (Lambda 1b) betrieben. Als Folge enthält das Abgas dieser Zylindergruppe unverbrannten Kraftstoff bei gleichzeitigem Mangel an Sauerstoff. Aufgrund des Sauerstoffmangels kann der überschüssige Kraftstoff in dem Vorkatalysator 1 nicht exotherm reagieren. Vorkatalysator 1 wird daher nicht aufgeheizt.

Weiterhin wird dann, wenn der Vorkatalysator 1 von Abgas mit Kraftstoffüberschuß durchströmt wird, die andere Zylindergruppe, deren Abgas den Vorkatalysator 2 (V.Kat. 2) durchströmt, mit Kraftstoffmangel und damit mit Sauerstoffüberschuß (Lambda 2b) betrieben. Daraus resultiert ein Sauerstoffüberschuß im Vorkatalysator 2, für den kein Kraftstoff als Reaktionspartner im Vorkatalysator 2 zur Verfügung steht. Damit findet auch im Vorkatalysator 2 keine exotherme Reaktion statt, so daß auch der Vorkatalysator 2 nicht aufgeheizt wird.

Eine Zusammenführung des Luftüberschusses der zweiten Zylindergruppe mit dem Kraftstoffüberschuß der ersten Zylindergruppe zu einem Abgas, das einem Lambdawert 65 Lambda 3b entspricht, findet erst hinter den beiden Vorkatalysatoren statt. Das Abgas mit Lambda 3b enthält damit sowohl unverbrannten Kraftstoff als auch den notwendigen Reaktionspartner Sauerstoff. Beide Bestandteile

reagieren erst im Speicherkatalysator exotherm und heizen diesem damit erwünschtermaßen auf.

Mit anderen Worten: Für die in diesem Ausführungsbeispiel aufgezeigte Erfindung sind mindestens zwei Vorkatalysatoren zur Realisierung notwendig. In der Aufheizphase werden die beiden Vorkatalysatoren mit unterschiedlichen Lambdas ( $\lambda_{1b}$  und  $\lambda_{2b}$ ) beaufschlagt. Eine Realisierung ist durch die Bankweise (Bank 1/Bank 2) unterschiedlichen Einspritzmengen des Kraftstoffs problemlos möglich. Ein Lambdawert muß hierbei größer 1 sein (mager), der andere kleiner 1 (fett) sein. Das Gemischlambda ( $\lambda_{3b}$ ) sollte sich, resultierend aus den Einzellambdas ( $\lambda_{1b}$  und  $\lambda_{2b}$ ) und den Abgasmassenströmen, auf einen Wert um  $\lambda_{3b} = 1$  einstellen. Im Speicherkatalysator erfolgt dann die Umsetzung des im Abgas vorliegenden Heizwertes, der hauptsächlich aus dem fetten Abgas nach V.Kat. stammt, mit dem vorhandenen Sauerstoff, der hauptsächlich dem mageren Abgas nach V.Kat. entstammt. Die Temperaturerhöhung im Hauptkatalysator resultiert aus der Umsetzung der nicht vollständig oxidierten Komponenten mit dem Sauerstoff.

Denkbar sind auch Varianten, bei denen mehr als zwei Vorkatalysatoren eingesetzt werden. Das Sammel-lambda vor Sp. Kat. wird dann durch die Einzellambdas der V.Kat. wieder auf ungefähr 1 eingestellt. Ein Einsatz ist auch bei anderen Zylinderzahlen denkbar, wobei erfahrungsgemäß immer mindestens eine Zweizylinderanordnung vorliegen muß.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, das in der Fig. 3 dargestellt ist, findet ebenfalls eine Vermischung fatter und magerer Abgaspakete erst nach dem Vorkatalysator statt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird dem aufzuheizenden Hauptkatalysator ein Mischelement (statischer Mischer) vorgeschaltet. Dieser besteht beispielsweise aus einem Hohlraum, der mit verwinkelt zueinander angeordneten Strömungsleiblechen versehen ist. Die Strömungsleibleche lenken die einzelnen Strömungsvolumina ineinander und verlangsamen die Strömung. Dadurch wird eine Durchmischung einzelner Abgasportionen erreicht.

Der Kern des 2. Ausführungsbeispiels liegt in der Vermischung der mägeren und fetten Abgasportionen vor dem Speicherkatalysator, wobei die mägeren und fetten Abgasportionen hier zeitlich getrennt voneinander motorisch erzeugt werden.

Dazu wird der Motor in der Aufheizphase immer wechselnd fett ( $\lambda < 1$ ) und mager ( $\lambda > 1$ ) betrieben. Alternativ können auch einzelne Zylinder durch eine unterschiedliche Einspritzmenge fett und mager betrieben werden. Die damit entstehenden fetten und mägeren Abgaspakete werden nur zum Teil im Vorkatalysator rückvermischt so daß auch noch nach dem Vorkatalysator mäger und fette Abgaspakete vorliegen.

In dem dem Vorkatalysator nachgeschalteten statischen Mischer erfolgt dann durch die dort erfolgende Rückvermischung eine Homogenisierung des Abgases (das Verhalten des statischen Mischers ähnelt durch die Verschmierung der Verweilzeit einem idealen Rührkessel mit kleinem Volumen).

Im Speicherkatalysator erfolgt dann die Umsetzung des im Abgas vorliegenden Heizwertes, der hauptsächlich aus dem fetten Abgaspaketen stammt, mit dem vorhandenen Sauerstoff, der hauptsächlich aus den mägeren Abgaspaketen stammt. Die Temperaturerhöhung im Hauptkatalysator resultiert aus der Umsetzung der nicht vollständig oxidierten Komponenten mit dem Sauerstoff.

Die Periodendauer der Fett- und Magerzyklen richtet sich nach den Verhältnissen von zu erwartendem Abgasvolumenstrom und dem Volumen des statischen Mischers, bzw. der geforderten Güte der Rückvermischung. Eine möglichst

geringe Sauerstoffspeicherfähigkeit des Vorkatalysators ist anzustreben, damit nicht eine unnötige Totzeit bezüglich der fetten und mägeren Abgaspakete in das System eingeführt wird.

Alternativ zu der Aufheizung eines Speicherkatalysators kann die Erfindung auch zur Aufheizung eines Dreiwegekatalysators verwendet werden, der hinter wenigstens einem Vorkatalysator angeordnet ist. Der Begriff Hauptkatalysator im Anspruch 1 soll diese beiden Alternativen abdecken.

#### Patentansprüche

Versfahren zur Aufheizung eines hinter wenigstens einem Vorkatalysator angeordneten Hauptkatalysators durch Zufuhr von motorisch erzeugtem unverbrannten Kraftstoff im Abgas vor dem Hauptkatalysator bei gleichzeitigem Vorhandensein von Luftüberschuß vor dem Hauptkatalysator, dadurch gekennzeichnet, daß die motorisch Erzeugung von unverbranntem Kraftstoff zeitlich und/oder räumlich von der motorischen Erzeugung von Luftüberschuß im Abgas entkoppelt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl.<sup>7</sup>:

Offenlegungstag:

DE 100 05 954 A1

F 01 N 9/00

16. August 2001

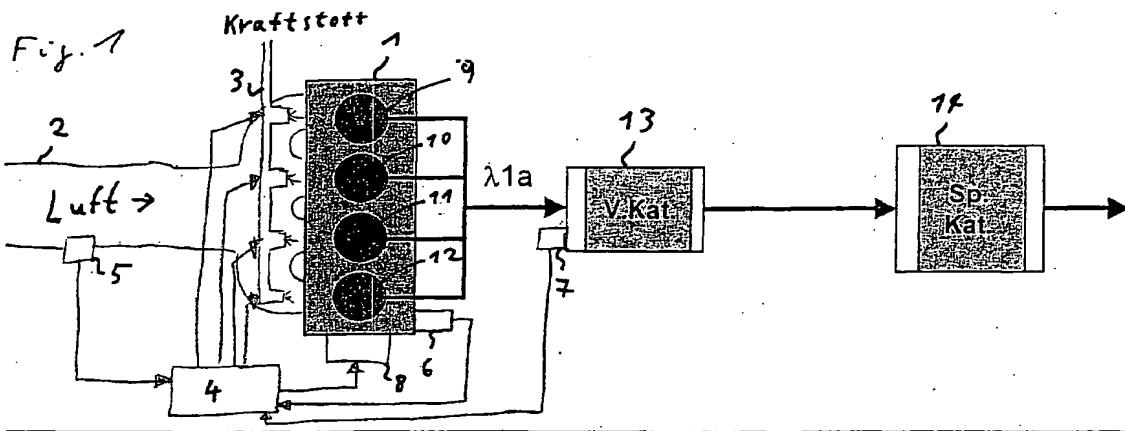


Fig. 2

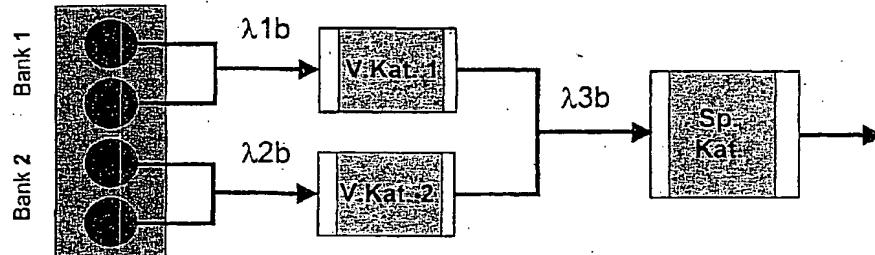


Fig. 3

